XXV РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2019-2020 УЧ. ГОД
XV ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ ШКОЛЬНИКОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ
11 КЛАСС
УСЛОВИЯ РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КРИТЕРИИ

Задание подготовил доцент кафедры физики и математики КГУ им. К.Э. Циолковского М.С. Красин

1. «Подвижная карта звёздного неба 11» *(8 баллов*). По подвижной карте звёздного неба определите склонение и прямое восхождение звезды Спика *(4 балла*), а также склонение и прямое восхождение Солнца 5 мая 2019 года *(4 балла*). Обязательно поясните, как Вы смогли это определить с помощью подвижной карты.

1. «Подвижная карта звёздного неба 11». Ответ на первый вопрос: Звезда Спика является звездой α из созвездия Дева. Если провести прямую линию через Полярную звезду и Спику, то эта прямая на внешней части подвижной карты проходит между отметками 13 ч и 14 ч, ближе к отметке 13 ч, учитывая масштаб можно сказать, что прямое восхождение Спики равно 13ч 25мин. Можно заметить, что Спика расположена между окружностями, соответствующими кругам склонения 0° и -30°, ближе к 0°, учитывая масштаб можно сказать, что склонение Спики равно -12°. **Ответ на второй вопрос**: На подвижной карте положение Солнца 5 мая можно определить, если провести линию, соединяющую Полярную звезду и дату 5 мая на внешней окружности. Точка пересечение этой линии с линией эклиптики укажет положение Солнца. Координаты Солнца в этот день находим, как и для Спики. Получаем, что прямое восхождение Солнца в этот день приблизительно равно 2ч 55мин, а склонение 17°.

Рекомендуемые критерии оценки: Если координаты Спики указаны с погрешностью не более 10 мин и 5°, то ставить 2 балла. Если ошибка не более 20 мин и 10°, то ставить 1 балл. Если дано обоснование, то добавить 2 балла. Если задание не выполнено, но указано, что Спика является самой яркой звездой созвездия Девы (α Девы), то ставить 1 балл. Если по ошибке найдены правильные координаты другой звезды, оценку снизить в 2 раза.

Баллы для Солнца определяются аналогично.

2. «Список небесных объектов 11» *(8 баллов*). *Церера, Плутон, Веста, Хаумеа, Макемаке, Эрида*. Один из перечисленных здесь объектов является лишним? Какой? *(3 балла*). Почему? *(2 балла*). Дайте краткую характеристику тому классу космических тел, которому принадлежит большинство перечисленных здесь объектов. *(3 балла*).

2. «Список небесных объектов 11». Ответ на первый вопрос: Лишним объектом является Веста. **Ответ на второй вопрос**: Потому что она относится к классу астероидов, а остальные объекты – карликовые планеты. **». Ответ на третий вопрос**: К классу карликовых планет относятся небесные объекты, которые 1) вращается по орбите вокруг Солнца; 2) имеют достаточную массу, для того, чтобы под действием сил гравитации поддерживать форму близкую к сферической форму, в отличие от малых тел Солнечной системы; 3) не являются спутниками планеты; 4) не могут, в отличие от планет, расчистить район своей орбиты от других объектов.

Рекомендуемые критерии оценки: Если указана Веста, то добавить 3 балла? Если дано обоснование, то добавить 2 балла. Если сказано, что карликовые планеты имеют круглую (сферическую) форму, то добавить 1 балл. Если сказано, что они

обращаться вокруг Солнца, а на вокруг планеты, то добавить 1 балл. Если сказано о том, что эти планеты не могут расчистить свои окрестности от более мелких тел, то добавить 1 балл.
Если указано, что лишним объектом является Церера, то ставить 1 балл. Если в качестве обоснования сказано, что Церера лишняя, т.к. в отличие от других объектов она расположена в главном поясе астероидов, то добавить 3 балла.

3. «Далёкий объект 11» *(8 баллов*). Один из довольно крупных объектов Солнечной системы движется по эллиптической приближаясь к Солнцу на расстояние приблизительно 76 а.е. и удаляясь от него приблизительно на 1000 а.е. Ответьте на следующие вопросы: Что такое а.е.? (*1 балл*) Как называются наименьшее и наибольшее расстояния от орбиты небесного тела до Солнца? (*1 балла*). Каков эксцентриситет орбиты этого объекта? (*2 балл*) Сколько лет на нём длится один год (каков период его обращения вокруг Солнца)? (3 *балла*) Что это за объект? (*1 балл*)

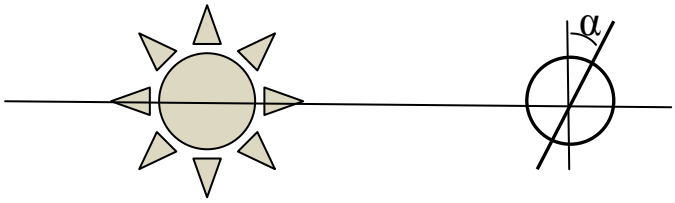
3. «Далёкий объект 11». Ответ на первый вопрос: а.е. – это астрономическая единица, среднее расстояние от Земли до Солнца. . **Ответ на второй вопрос**: перигелийное и афелийное расстояния. **Ответ на третий вопрос**: $e = \frac{OF}{a}$ или $e = \frac{r_a - r_n}{r_a + r_n} = \frac{1000-76}{1000+76} = 0{,}86$. **Ответ на четвёртый вопрос**: Используя третий закон Кеплера, получаем $T = T_\oplus \cdot \sqrt{(\frac{r_a + r_n}{2a_\oplus})^3} = 12500$ лет. **Ответ на пятый вопрос**: Седна.
Рекомендуемые критерии оценки: Общие оценки следуют из баллов, указанных в описании задачи. При отсутствии правильного ответа, но наличии правильных промежуточных рассуждений, расчётов рекомендуется добавлять некоторое количество баллов, но не более половины от максимального, указанного за этот этап решения.

4. «Изменение блеска 11» *(8 баллов*). Космические путешественники высадились на планете, обращающейся вокруг звезды, входящей в двойную звёздную систему. Среднее расстояние между этими звёздами равно 200 а.е. Из-за эллиптичности орбит звёзд расстояние между ними изменяется в 10 раз. Во сколько раз изменяются яркость второй звезды при наблюдении за ней с планеты, обращающейся вблизи первой? (*4 балла*) На сколько при этом изменяется видимая звёздная величина этой звезды? (*4 балла*)

4. «Изменение блеска 11» Ответ на первый вопрос: При уменьшении расстояния в 10 раз, энергия от звезды, попадающая на единицу площади поверхности, расположенной перпендикулярно лучам, увеличивается в 100 раз (10^2 раз), во столько раз увеличивается яркость звезды. **Ответ на второй вопрос**: Согласно формуле Погсона отношение яркостей равно $\frac{\mathrm{E}_1}{\mathrm{E}_2} = 10^{0{,}4(m_2 - m_1)}$. Откуда $m_2 - m_1 = 2{,}5 \lg \frac{\mathrm{E}_1}{\mathrm{E}_2} = 2{,}5 \lg 100 = 5$, т.е. видимая звёздная величина изменяется на 5^m.
Рекомендуемые критерии оценки: Общие оценки следуют из баллов, указанных в описании задачи. При отсутствии правильного ответа, но наличии правильных промежуточных рассуждений, расчётов рекомендуется добавлять некоторое количество баллов, но не более половины от максимальногоза этот этап решения.

5. «Наклон оси 11» *(8 баллов*). Высадившись на планету, космонавты обнаружили, что в течение года наблюдаемая высота верхней кульминации звезды-солнца будет изменяться на 35°. На сколько градусов отклонена ось вращения этой планеты от перпендикуляра к плоскости её орбиты? (*6 баллов*) Изобразите на рисунке звезду, планету, ось вращения планеты и угол наклона оси. (*2 балла*)

5. «Наклон оси 11» Ответ на первый вопрос: Ось вращения планеты отклонена от перпендикуляра к плоскости эклиптики на 17,5° (35° / 2). **Ответ на второй вопрос:** Рисунок очевиден.



Рекомендуемые критерии оценки: Если указано 35° или 55°, то ставить 2 балла.

6. «Полдень» *(8 баллов).* Разность между средним солнечным временем T_λ и истинным солнечным временем T_u, которое определяют по положению на небе центра диска Солнца, называют уравнением времени $\eta = T_\lambda - T_u$. Определите, сколько времени будет на часах в Калуге (широта $\varphi = 54°31'$, долгота $\lambda = 36°18'$) в момент верхней кульминации Солнца 20 января 2020 года, если уравнение времени в этот день равно 14 минутам.

6. «Полдень» Ответ: 12 часов 48 минут 48 секунд. **Решение***:* В момент верхней кульминации Солнца истинное солнечное время равно 12 часам $T_u = 12^ч$ (1).

Значит местное время равно $T_\lambda = \eta + T_u = 12^ч 14^м$ (2).

Местное время связано со всемирным $T_\lambda = T_0 + \lambda$ (3),

где долгота местности должна быть выражена в часовой мере.

Долгота Калуги в часовой мере равна $\lambda = 2^ч 25^м 12^c$ (4).

Часы в России показывают опережающее (декретное, скоординированное) время, которое связано со всемирным $T_д = T_0 + n + 1$ (5),

где n - номер часового пояса.

В Калуге второй часовой пояс (6).

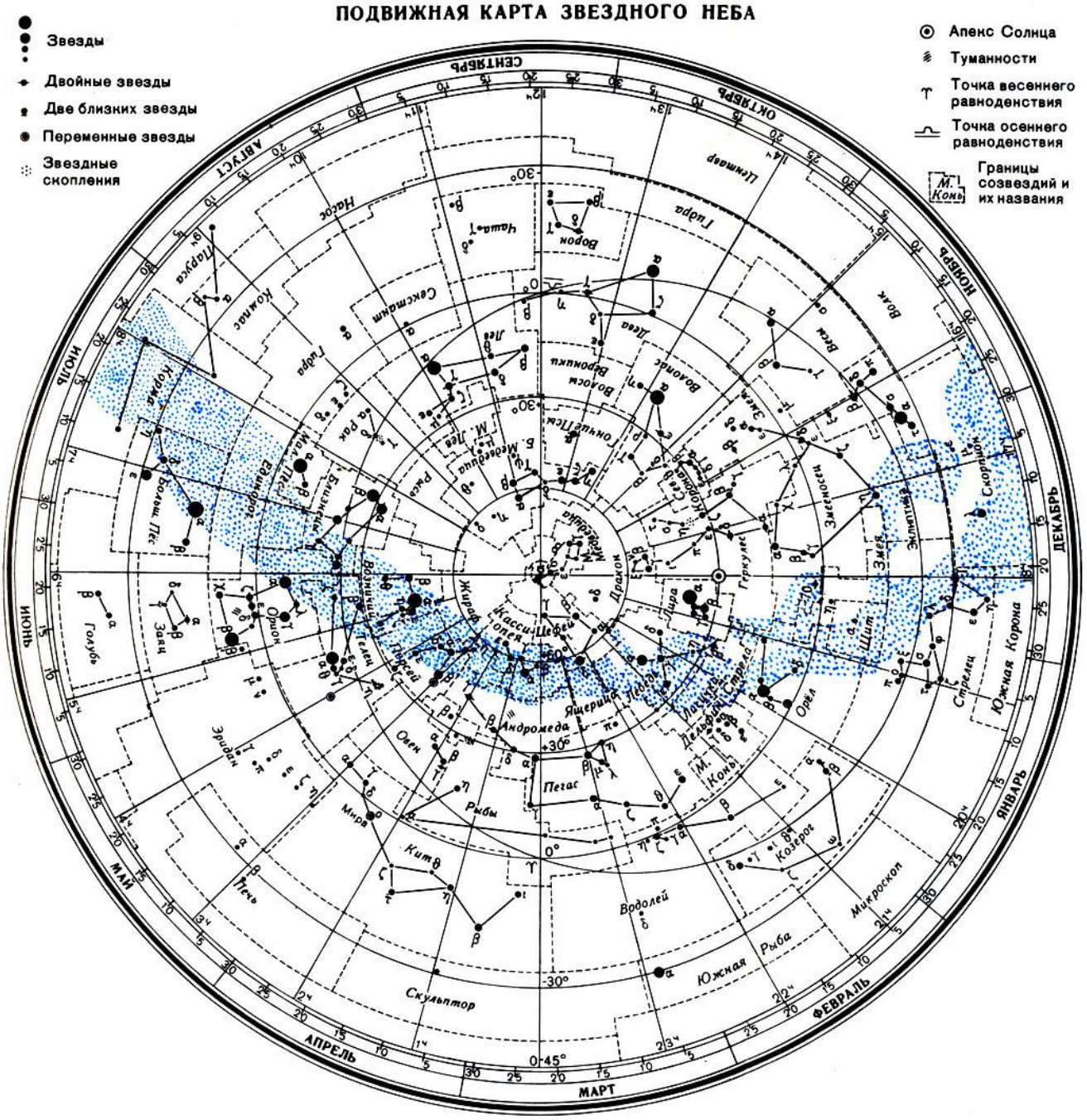
Получаем, что

$$T_д = T_0 + n + 1 = T_\lambda - \lambda + 2 + 1 = T_u + \eta - \lambda + 3 = 12^ч 14^м - 2^ч 25^м 12^c + 3^ч = 12^ч 48^м 48^c . \quad (7)$$

Рекомендуемые критерии оценки:

За пункты (1)-(6) ставить по 1 баллу. За пункт (7) ставить 2 балла.

ПОДВИЖНАЯ КАРТА ЗВЕЗДНОГО НЕБА



XXV РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2019-2020 УЧ. ГОД
XV ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ ШКОЛЬНИКОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ
10 КЛАСС
УСЛОВИЯ, РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КРИТЕРИИ

Задание подготовили доцент кафедры физики и математики КГУ им. К.Э. Циолковского М.С. Красин и учитель физики и астрономии средней школы №12 г. Обнинска Красовская Галина Фёдоровна

1. «Подвижная карта звёздного неба 10». По подвижной карте звёздного неба определите угловое расстояние (в градусной мере) между звёздами β Андромеды и η Кита *(1 балл*),. Поясните, как Вы это определили *(3 балла*). По подвижной карте звёздного неба определите угловое расстояние (в градусной мере) между звёздами α Южной Рыбы и β Печи *(1 балл*),. Поясните, как Вы это определили *(3 балла*).

1. «Подвижная карта звёздного неба 10». **Ответ на первый вопрос**: 49° Звезда **Пояснение:** Можно заметить, что β Андромеды и η Кита находятся на одной прямой, проходящей через Полярную, значит, они имеют одинаковое прямое восхождение. Поэтому угловое расстояние между ними равно разности между их склонениями. Учитывая масштаб карты, находим, что склонение β Андромеды приблизительно 37°, склонение η Кита приблизительно -12°. Значит угол равен 37°-(-12°)=49°. (С учётом справочных данных получается 35°37'-(-10°11')=45°48').
Ответ на второй вопрос: 60° **Пояснение:** Можно заметить, что звёзды α Южной Рыбы и β Печи расположены на одном круге склонения, значит угловое расстояние между ними равно разности между их прямыми восхождениями. Звезда α Южной Рыбы расположена рядом с линией, соответствующей прямому восхождению 23 ч, а звезда β Печи рядом с линией 3 ч. Значит угловое расстояние между ними приблизительно 4 ч или 60°. (С учётом справочных данных получается 22 ч 58 м и 2 ч 49 м получается 2ч 49 м + 1 ч 02 м =3 ч 51 м = 57°45').
Рекомендуемые критерии оценки: Баллы за правильные ответы указаны в условии К пояснениям не следует сильно придираться, важно убедиться, что ученик действительно смог определить угол по карте, а не по справочным данным, незаконно полученным. . В случае ошибочных ответов, но с пояснениями ставить 1 балл за каждый ответ. Если координаты звезды указаны с погрешностью не более 10 мин и 5°, то оценку не снижать. Если ошибка не более 20 мин и 10°, то снизить оценку на 1 балл.

2. «Список небесных объектов 10». *Церера, Плутон, Квавар, Орк, Хаумеа, Макемаке, Эрида*. Один из перечисленных здесь объектов является лишним? Какой? *(3 балла*). Почему? *(5 баллов*).

2. «Список небесных объектов 10». **Ответ на первый вопрос**: Лишним объектом является Церера. **Пояснение**: орбита Цереры расположена между орбитами Марса и Юпитера, орбиты остальные перечисленные объекты являются транснептуновыми.
Рекомендуемые критерии оценки: Баллы за правильные ответы указаны в условии. Если указан другой объект и приведено относительно разумное обоснование, то ставить не более 3 баллов, т.к. наиболее значимым отличием является именно расположение орбиты.

3. «Двойная нейтронная 10» *(8 баллов*). Две нейтронные звезды, массами 1,4 каждая движутся по круговым орбитам с периодом обращение 7 дней. Оцените

среднее расстояние между ними. Массу Солнца принять равной $2 \cdot 10^{30}$кг, гравитационную постоянную считать равной $6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{кг}^2}$

3. «Двойная нейтронная 10». Возможное решение. Вариант 1: Поскольку массы звёзд одинаковые, то радиус их орбиты равен половине расстояния между ними. (1)
Согласно второму закону Ньютона $F = ma$ (2).
Согласно закону всемирного тяготения $F = G \cdot \frac{m \cdot m}{R^2}$ (3).
Из кинематики вращательного движения $a = \frac{v^2}{0{,}5R} = \frac{4\pi^2 \cdot (0{,}5R)^2}{0{,}5R \cdot T^2} = \frac{2\pi^2 \cdot R}{T^2}$. (4)

$$R = \sqrt[3]{G\frac{m \cdot T^2}{2\pi^2}} \qquad (5)$$

подставив числовые данные, получаем 15 млн км или 0,1 а.е. (6)
Вариант 2: Если воспользоваться третьим уточнённым законом Кеплера и взять в качестве второй пары объектов Солнце и Землю, то

$$\frac{T^2(m+m)}{T_\oplus^2 M_\odot} = \frac{R^3}{R_\oplus^3} \qquad (7)$$

Откуда

$$R = \sqrt[3]{2{,}8 \cdot \frac{7^2}{365^2}}\,\text{а. е.} = 0{,}1\,\text{а. е.} \qquad (8)$$

Рекомендуемые критерии оценки: Для варианта 1. За наличие пунктов (1)-(4) добавлять по баллу, за пункты (5) и (6) добавлять по 2 балла. **Для варианта 2.** За наличие пунктов (7) и (8) добавлять по 4 балла.

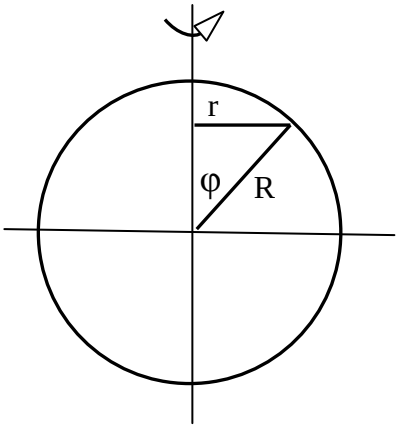
4. «Прохождение по диску Солнца 10» *(8 баллов*). При каких условиях жители Земли могут наблюдать прохождение Венеры по диску Солнца *(4 балла*). При каких условиях жители Земли могут наблюдать прохождение Марса по диску Солнца *(4 балла*).

4. «Прохождение по диску Солнца 10» Ответ на первый вопрос: Жители Земли могут наблюдать прохождение Венеры по диску Солнца всякий раз, когда Венера оказывается между Землёй и Солнцем. (1)
Из-за того, что плоскости орбит Земли и Венеры не совпадают, это явление наблюдается крайне редко, т.к. обычно Венера оказывается либо выше, либо ниже диска Солнца (2).
Ответ на второй вопрос: Жители Земли не могут наблюдать прохождение Марса по диску Солнца, т.к. он расположен дальше от Солнца, чем Земля (3)
Рекомендуемые критерии оценки: За пункт (1) ставить 3 балла, за пункт (2) ставить 1 балл, за пункт (3) ставить 4 балла. Если кто-то скажет, что прохождение марса по диску Солнца земляне смогут наблюдать, если они получат картинку, снятую космическим аппаратом, выведенным на трансмарсианскую орбиту, то этот ответ считать правильным и ставить 4 балла.

5. «Самолёт 10» *(8 баллов*). С какой по величине скоростью и в каком направлении должен лететь самолёт из Калуги, двигаясь на небольшой высоте вдоль параллели

54,5°, чтобы прибыть в пункт назначения в тоже время, что и в момент вылета. Радиус Земли принять равным 6400 км. Период обращения Луны 27,3 сут.

5. «Самолёт 10». Возможное решение: Земля вращается с запада на восток, поэтому время на западе отстаёт от времени на востоке, следовательно, самолёт должен лететь на запад. (1)



Чтобы время для него не менялось надо, чтобы его скорость равнялась по модулю скорости вращения участка поверхности Земли под ним. (2)

Из геометрических соображений (см. рис.) получаем, что радиус окружности траектории самолёта равен

$r = R \cdot \cos\varphi$ (3)

Период обращения должен быть равен периоду вращения Земли $T = 24$ ч. (4)

Скорость самолёта находим по формуле

$$v = \frac{2\pi R \cos\varphi}{T} \quad (5)$$

Подставив числовые данные, получаем 972 км в час. (6)

Рекомендуемые критерии оценки:

За пункты (1) и (5) добавлять по 2 балла,

За пункты (2), (3), (4), (6) добавлять по 1 баллу.

6. «Транзит 10» *(8 баллов*). Во время прохождения экзопланеты на фоне диска звезды её яркость уменьшается на 0,04 %. Сравните радиусы звезды и планеты.

6. «Транзит 10» Возможное решение:

Яркость звезды уменьшается из-за уменьшения площади поверхности, с которой приходит излучение к наблюдателю. (1)

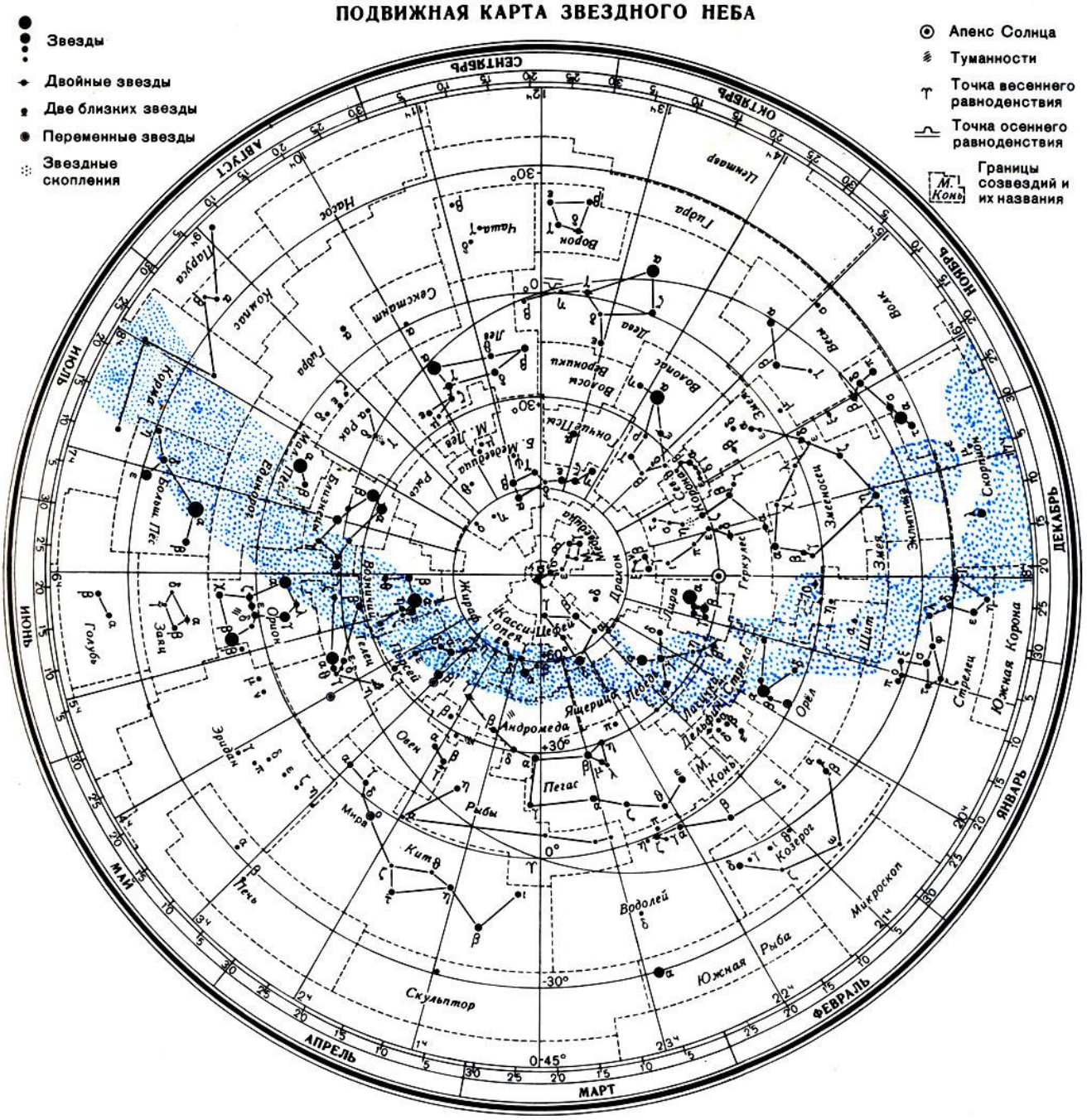
Следовательно, площадь диска звезды в 2500 раз больше площади диска экзопланеты. (2)

Учитывая, что площадь пропорциональна квадрату радиуса, получаем, что радиус планеты в 50 раз меньше радиуса звезды. (3)

Рекомендуемые критерии оценки: За пункты (1) и (3) добавлять по 3 балла,

За пункт (2) добавить по 2 балла.

ПОДВИЖНАЯ КАРТА ЗВЕЗДНОГО НЕБА

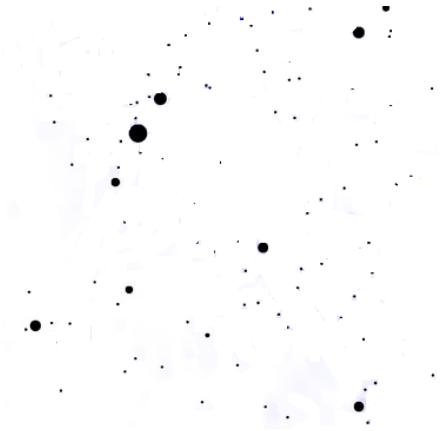


XXV РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2018-2019 УЧ. ГОД
XV ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ ШКОЛЬНИКОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ
9 КЛАСС
УСЛОВИЯ, РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КРИТЕРИИ

Задание подготовили доцент кафедры физики и математики КГУ им. К.Э. Циолковского М.С. Красин и учитель физики и астрономии средней школы №12 г. Обнинска Красовская Галина Фёдоровна

1. «Созвездия 9» *(8 баллов*)**.** Перед Вами рисунки с наиболее яркими звёздами двух созвездий, которые могут наблюдать жители северного полушария. Назовите эти созвездия

Созвездие 1



Созвездие 2

1. «Созвездия 8» Ответы. Близнецы, Орёл**.**
Рекомендуемые критерии оценки: За каждое правильно названное созвездие ставить 4 балла. Если созвездие названо неправильно, но такое созвездие есть на небесной сфере, то ставить 1 балл.

2. «Список небесных объектов 8» *(8 баллов*). *Солнце, Капелла, Титан, Сириус, Альдебаран, Ригель*. Один из перечисленных здесь объектов является лишним? Какой? *(4 балла*). Почему? *(4 балла*).

2. «Список небесных объектов 8». **Ответ на первый вопрос**: Лишним объектом является Титан. **Ответ на второй вопрос**: Потому что он относится к классу спутников планет, а остальные объекты – звёзды.
Рекомендуемые критерии оценки: Оценки за правильные ответы указаны в условии. Если указан другой объект, чем Титан и приведены адекватные объяснения, то ставить до 3 баллов. Если Титан назван планетой, то оценку не снижать.

3. «Превращения Марса 9» *(8 баллов*). Марс виден на ночном небе в виде красноватой звёздочки. Почему в некоторые периоды Марс выглядит более яркой звёздочкой, а в другие – довольно тусклой?

3. «Превращения Марса 9» Ответ: Марс и Земля обращаются вокруг Солнца по слегка вытянутым окружностям. Периоды их обращения вокруг Солнца различны. Поэтому в некоторые моменты расстояние между Марсом и Землёй оказывается минимальным из возможных, тогда Марс виден в виде яркой красноватой звезды, а

в некоторые моменты расстояние между этими планетами оказывается наибольшим и Марс виден в виде тусклой звёздочки. Эти расстояния различаются в 5 раз.

Рекомендуемые критерии оценки: Если указано, что причиной является изменение расстояний между Марсом и Землёй, то ставить 5 баллов. Если имеются более подробные пояснения, то добавить до 3 баллов. Указание на различие расстояний в 5 раз не является обязательным.

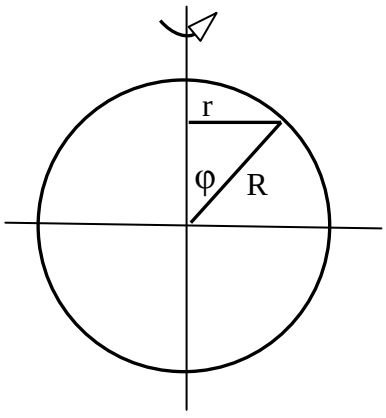
4. «Переговоры 9» *(8 баллов*). В 39 световых годах от нас в созвездии Водолея находится звезда TRAPPIST-1. Это красный карлик, очень маленький и умеренно активный. В 2016-2017 годах астрономы открыли семь вращающиеся вокруг него планет. Все эти планеты оказались землеподобными и потенциально пригодными для появления на них жизни. Предположим, что земляне установили контакт с жителями одной из этих планет. Оцените минимальный интервал времени между моментом отправления светового сигнала от землян и моментом получения ответа. Радиус Земли принять равным 6400 км, а скорость света 300 тысяч км/с.

4. «Переговоры 9». Даже если считать, что инопланетяне сразу отправили ответное послание, то требуется время для прохождения светового сигнала от Земли до этой планеты (39 лет) и время для прихода ответа (39 лет). Следовательно, ответ может прийти не ранее, чем через 78 лет.

Рекомендуемые критерии оценки: Если учитывается только путь в одну сторону, то оценку снижать в 2 раза. Если предприняты попытки умножать скорость света на время 78 лет или иные расчёты и в итоге дан неправильный ответ, то поощрить за попытку решения не более чем 2 баллами.

5. «Безвременный полёт 9» *(8 баллов*). С какой по величине скоростью и в каком направлении должен лететь самолёт из Калуги, двигаясь на небольшой высоте вдоль параллели 54,5°, чтобы прибыть в пункт назначения в тоже время, что и в момент вылета. Радиус Земли принять равным 6400 км. Период обращения Луны 27,3 сут.

5. «Безвременный полёт 9». Возможное решение: Земля вращается с запада на восток, поэтому время на западе отстаёт от времени на востоке, следовательно, самолёт должен лететь на запад. (1)



Чтобы время для него не менялось надо, чтобы его скорость равнялась по модулю скорости вращения участка поверхности Земли под ним. (2)

Из геометрических соображений (см. рис.) получаем, что радиус окружности траектории самолёта равен

$r = R \cdot \cos\varphi$ (3)

Период обращения должен быть равен периоду вращения Земли $T = 24$ ч. (4)

Скорость самолёта находим по формуле

$$\upsilon = \frac{2\pi R \cos\varphi}{T} \quad (5)$$

Подставив числовые данные, получаем 972 км в час. (6)

Рекомендуемые критерии оценки:

За пункты (1) и (5) добавлять по 2 балла,

За пункты (2), (3), (4), (6) добавлять по 1 баллу.

6. «Транзит 9» *(8 баллов*). Во время прохождения экзопланеты на фоне диска звезды её яркость уменьшается на 0,01 %. Сравните радиусы звезды и планеты.

6. «Транзит 9» Возможное решение:

Яркость звезды уменьшается из-за уменьшения площади поверхности, с которой приходит излучение к наблюдателю. (1)

Следовательно, площадь диска звезды в 10000 раз больше площади диска экзопланеты. (2)

Учитывая, что площадь пропорциональна квадрату радиуса, получаем, что радиус планеты в 100 раз меньше радиуса звезды. (3)

Рекомендуемые критерии оценки: За пункты (1) и (3) добавлять по 3 балла,

За пункт (2) добавить по 2 балла.

XXV РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2019-2020 УЧ. ГОД
XV ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ ШКОЛЬНИКОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ
8 КЛАСС РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КРИТЕРИИ

Задание подготовил доцент кафедры физики и математики КГУ им. К.Э. Циолковского М.С. Красин

1. «Созвездия 8» *(8 баллов***).** Перед Вами рисунки с яркими звёздами двух созвездий, которые могут наблюдать жители северного полушария. Назовите эти созвездия

Созвездие 1

Созвездие 2

1. «Созвездия 8» Ответы. Лев, Лебедь**.**
Рекомендуемые критерии оценки: За каждое правильно названное созвездие ставить 4 балла. Если созвездие названо неправильно, но такое созвездие есть на небесной сфере, то ставить 1 балл.

2. «Список небесных объектов 8» *(8 баллов*). *Сириус, Луна, Альтаир, Регул, Вега*. Один из перечисленных здесь объектов является лишним? Какой? *(4 балла*). Почему? *(4 балла*).

2. «Список небесных объектов 8». Ответ на первый вопрос: Лишним объектом является Луна. **Ответ на второй вопрос**: Потому что она относится к классу малых тел Солнечной системы, а остальные объекты – звёзды.
Рекомендуемые критерии оценки: Оценки за правильные ответы указаны в условии. Если указан другой объект, чем Луна и приведены адекватные объяснения, то ставить до 3 баллов. Если Луна названа планетой, то оценку не снижать.

3. «Марсианские превращения 8» *(8 баллов*). Марс виден на ночном небе в виде красноватой звёздочки. Почему в некоторые периоды Марс выглядит более яркой звёздочкой, а в другие – довольно тусклой?

3. «Марсианские превращения 8» Ответ: Марс и Земля обращаются вокруг Солнца по слегка вытянутым окружностям. Периоды их обращения вокруг Солнца различны. Поэтому в некоторые моменты расстояние между Марсом и Землёй оказывается минимальным из возможных, тогда Марс виден в виде яркой красноватой звезды, а в некоторые моменты расстояние между этими планетами оказывается наибольшим и Марс виден в виде тусклой звёздочки. Эти расстояния различаются в 5 раз**.**
Рекомендуемые критерии оценки: Если указано, что причиной является изменение расстояний между Марсом и Землёй, то ставить 5 баллов. Если имеются

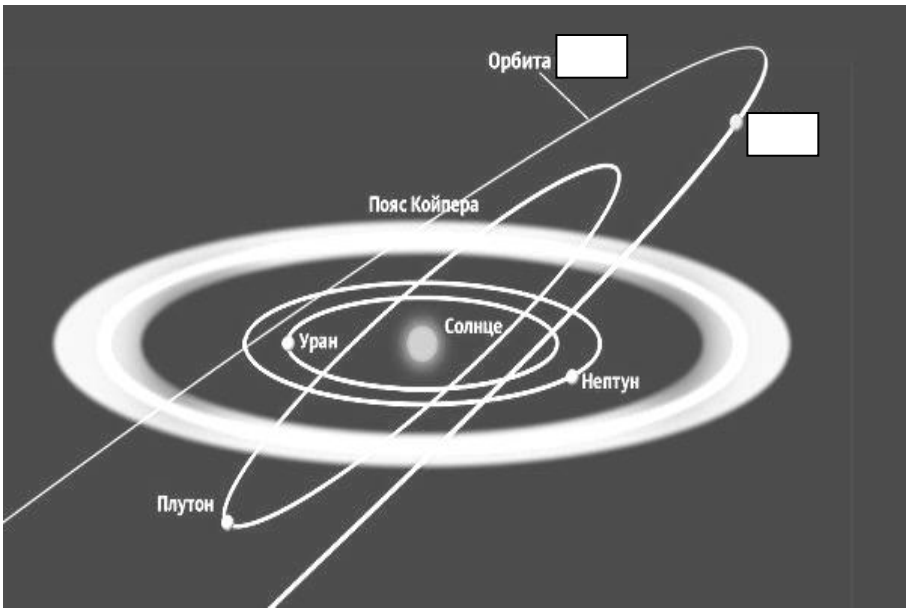
более подробные пояснения, то добавить до 3 баллов. Указание на различие расстояний в 5 раз не является обязательным.

4**. «Разговоры с инопланетянами 8»** *(8 баллов*). В 39 световых годах от нас в созвездии Водолея находится звезда TRAPPIST-1. Это красный карлик, очень маленький и умеренно активный. В 2016-2017 годах астрономы открыли семь обращающиеся вокруг него планет. Все эти планеты оказались землеподобными и потенциально пригодными для появления на них жизни. Предположим, что земляне установили контакт с жителями одной из этих планет. Оцените минимальный интервал времени между моментом отправления светового сигнала от землян и моментом получения ответа. Радиус Земли принять равным 6400 км, а скорость света 300 тысяч км/с.

4**. «Разговоры с инопланетянами 8»**. Даже если считать, что инопланетяне сразу отправили ответное послание, то требуется время для прохождения светового сигнала от Земли до этой планеты (39 лет) и время для прихода ответа (39 лет). Следовательно, ответ может прийти не ранее, чем через 78 лет.

4**.. Рекомендуемые критерии оценки:** Если учитывается только путь в одну сторону, то оценку снижать в 2 раза. Если предприняты попытки умножать скорость света на время 78 лет или иные расчёты и в итоге дан неправильный ответ, то поощрить за попытку решения не более чем 2 баллами.

5**. «Далёкий объект 8»** *(8 баллов*). На рисунке изображены объекты Солнечной системы. Белым прямоугольником закрыто название одного из них. Назовите его имя.



5**. «Далёкий объект 8»**. Ответ: Седна. *(8 баллов*). **Рекомендуемые критерии оценки:** Если Седна не названа, но назван какой-либо объект из пояса Койпера или просто сказано, что это один из объектов пояса Койпера, или сказано, что это орбита одной из комет, то ставить 4 балла.

6**. «Кульминации 8»** *(8 баллов*). В каком месте земного шара высота звезды в верхней кульминации оказывается равной её высоте в нижней кульминации? Ответ поясните.

6**. «Кульминации 8»**. Ответ: на северном или южном географическом полюсах Земли. Пояснение: Если высота звезды не меняется, значит она ходит по кругу, оставаясь на одной высоте. Такая ситуации наблюдается на географических полюсах Земли.

Рекомендуемые критерии оценки: Если ответ неправильный, но имеются правильные рассуждения, то ставить не более 3 баллов.

XXV РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2019-2020 УЧ. ГОД
XV ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ ШКОЛЬНИКОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ
7 КЛАСС
УСЛОВИЯ, РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КРИТЕРИИ

Задание подготовили доцент кафедры физики и математики КГУ им. К.Э. Циолковского М.С. Красин и учитель физики и астрономии средней школы №12 г. Обнинска Красовская Галина Фёдоровна

1. «Созвездие 7» *(8 баллов*)**.** Перед Вами рисунки с яркими звёздами двух созвездий, которые могут наблюдать жители северного полушария. Назовите эти созвездия

Созвездие 1 Созвездие 2

1. «Созвездие 7» Ответы. Северная Корона. Кассиопея**.**
Рекомендуемые критерии оценки: За каждое правильно названное созвездие ставить 4 балла. Если созвездие названо неправильно, но такое созвездие есть на небесной сфере, то ставить 1 балл.

2. «Список небесных объектов 7» *(8 баллов*). *Комета, астероид, галактика, планета, звезда*. Один из перечисленных здесь объектов является лишним? Какой? *(4 балла*). Почему? *(4 балла*).

2. «Список небесных объектов 7». Ответ на первый вопрос: Лишним объектом является галактика. **Ответ на второй вопрос**: Потому что комета, астероид, планета, звезда – это космические тела, а галактика –это скопление различных тех.
Рекомендуемые критерии оценки: Оценки за правильные ответы указаны в условии. Если указан другой объект, чем галактика и приведены адекватные объяснения, то ставить до 3 баллов.

3. «Комета 7» *(8 баллов*). Может ли комета, периодически возвращаясь к Солнцу, сохранять свой вид неизменным? Ответ поясните.

3. «Комета 7». Ответ: Нет, свой вид неизменным комета не сохранит. **Пояснение**: Комета – это каменно-ледяная глыба. Когда комета приближается к Солнцу, то её поверхность нагревается, вещество кометы испаряется, образуя газопылевую оболочку и длинный хвост. Из-за этого часть вещества кометы теряется, поэтому её вид изменяется.
Рекомендуемые критерии оценки: За ответ, что не сохранит свой вид ставить 4 балла, за пояснение добавит 4 балла. К пояснению сильно не придираться, если указано на испарение и потерю вещества, то ставить за пояснение все 4 балла. Если будет сказано типа того, что «комета свой вид не изменит, т.к. всякий раз, когда она

подлетает ближе к Солнцу, её вещество начинает испаряться и у неё вновь появляется хвост», ставить 6 баллов (в данном случае человек иначе интерпретирует фразу «неизменный вид»), а если ещё уточняется, что масса кометы будет уменьшаться, то добавить ещё 2 балла.

4. «Длина тени 7». *(8 баллов*). Какова угловая высота Солнца над горизонтом, если длина тень от вертикального столба, образованная лучами солнца, равна высоте этого столба? Ответ поясните. Как изменяется длина тени от рассвета до полудня?

4. «Длина тени 7». Ответ на первый вопрос: 45°. **Пояснение**: Если длина тени равна высоте столба, то линия столба, линия тени и линия падающих на вершину столба солнечных лучей образуют прямоугольный равнобедренный треугольник. Значит сумма углов при основании этого треугольника равна 90°, а каждый угол при основании 45°. **Ответ на второй вопрос**: Длина тени постепенно уменьшается.
Рекомендуемые критерии оценки: За ответ 45° ставить 2 балла. За пояснения добавить 2 балла. За ответ об уменьшении длины тени ставить 4 балла. При неправильном ответе, но наличии, некоторых правильных соображений ставить не более 2 баллов.

5. «Красный гигант 7». *(8 баллов*). Средняя плотность Солнца приблизительно $1400\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Красный гигант имеет диаметр в 100 раз больше солнечного, а массу в 2 раза больше солнечной. Определите среднюю плотность этого красного гиганта.

5. «Красный гигант 7». Возможное решение: Если диаметр красного гиганта больше в 100 раз, то его объём больше в миллион раз. С учётом соотношения масс получаем, что средняя плотность красного гиганта равна $0,0028\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
Рекомендуемые критерии оценки: Понимание, что объём больше в миллион раз оценивать в 3 балла. Правильное использование формулы плотности оценивать в 2 балла. За правильное вычисление плотности добавить 3 балла.

6. «Близкая звезда 7». *(8 баллов*). Самая близкая звезда к Солнцу звезда Проксима из созвездия Кентавра удалена от нас на 4,2 световых года. Через сколько времени возвратится на Землю световой сигнал, пущенный к Проксиме и отражённый от её поверхности?. Скорость света в вакууме принять равной 300 тысяч км/с.

6. «Близкая звезда 7». Возможное решение: 4,2 года·2= 8,4 года.
Рекомендуемые критерии оценки: Если учитывается только путь в одну сторону, то оценку снижать в 2 раза. Если предприняты попытки умножать скорость света на время 8,4 года или иные расчёты, то поощрить за попытку решения не более чем 2 баллами.